

Unsicherheiten in der Klimavorhersage als Herausforderung für die Entscheidungstheorie

Hillerbrand, Rafaela

Veröffentlichungsversion / Published Version
Zeitschriftenartikel / journal article

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Hillerbrand, R. (2009). Unsicherheiten in der Klimavorhersage als Herausforderung für die Entscheidungstheorie. *Journal für Generationengerechtigkeit*, 9(3), 95-101. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-282160>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY-NC-ND Lizenz (Namensnennung-Nicht-kommerziell-Keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de>

Terms of use:

This document is made available under a CC BY-NC-ND Licence (Attribution-Non Commercial-NoDerivatives). For more information see:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Nr. 4, 129-148.

Lumer, Christoph (2006): Prioritarian Welfare Functions. <http://mora.rente.nhh.no/projects/EqualityExchange/ressurser/articles/lumer1.pdf>.

Lumer, Christoph (2002): The Greenhouse. A Welfare Assessment and Some Morals. Lanham, Md./New York/Oxford: University Press of America.

Lumer, Christoph (2000): Rationaler Altruismus. Eine prudentielle Theorie der Rationalität und des Altruismus. Osnabrück: Universitätsverlag Rasch. 2. Aufl: 2009, mentis Verlag.

Mabey, Nick / Hall, Stephen / Smith, Clare / Gupta, Sujata (1997): Argument in the Greenhouse. The International Economics of Controlling Global Warming. London, New York: Routledge.

Meyer, Aubrey (2001): Contraction & Convergence. The Global Solution to Climate Change. Totnes: Green Books.

Ott, Konrad (2003): Ethische Aspekte des Klimawandels. In: Gottschalk-Mazouz, Niels / Mazouz, Nadia (Hgs.): Nachhaltigkeit und Globaler Wandel. Integrative Forschung zwischen Normativität und Unsicherheit. Frankfurt, New York: Campus, 169-201.

Page, Edward A. (2006): Climate Change, Justice and Future Generations. Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar.

Paterson, Matthew (1996): International Justice and Global Warming. In: Holden, Barry (Hg.): The Ethical Dimensions of Global Change. London: Macmillan, 181-201.

Shue, Henry (1993): Subsistence Emissions and Luxury Emissions. In: Law and Policy. No. 15, 39-59.

Shukla, P. R. (1999): Justice, Equity and Efficiency in Climate Change. A Developing Country Perspective. In: Tóth, F.L. (Hg.): Fair Weather. London, 145-159.

Smith, Kirk R. (1993): The Basics of Greenhouse Gas Indices. In: Hayes, Peter / Smith, Kirk (eds.): The Global Greenhouse Regime. Who Pays? Science, Economics and North-South Politics in the Climate Change Convention. London: United Nations University Press/Earthscan, 20-50.

Smith, Kirk R. / Swisher, Joel / Ahuja, Dilip R. (1993): Who Pays (to Solve the Problem and How Much)? In: Hayes, Peter / Smith, Kirk (Hgs.): The Global Greenhouse Regime. Who Pays? Science, Economics and North-South Politics in the Climate Change Convention. London: United Nations University Press/Earthscan, 70-98.

Welsch, Heinz (1993): A CO₂ Agreement Proposal with Flexible Quotas. In: Energy Policy. Nr. 21, 748-756.

Wirth, David A. / Lashof, Daniel A. (1990): Beyond Vienna and Montreal. Multilateral Agreements on Greenhouse Gases. In: Ambio. Jhrg. 19 (6-7/1990.), 305-310.

WRI (World Resources Institute) (2009): Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0. <http://cait.wri.org/cait.php?page=yearly>. Zugriff am 6. Juni 2009

Eingereicht am 11. Juni 2009
Überarbeitete Fassung akzeptiert
am 24. August 2009



Christoph Lumer hat Soziologie, Philosophie und Geschichte in Münster und Osnabrück studiert und ist derzeit Professor für Moralphilosophie an der Universität von Siena. Seine Forschung konzentriert sich auf angewandte Ethik (vor Allem Umwelt- und Bioethik), praktische Rationalität und philosophische Anthropologie.

Kontakt Daten:

Università degli Studi di Siena, Dipartimento di Filosofia, Via Roma, 47, I-53100 Siena

E-mail: lumer@unisi.it

Web: www.unisi.it/ricerca/dip/fil_sc_soc/lumer.htm

Unsicherheiten in der Klimavorhersage als Herausforderung für die Entscheidungstheorie

von Prof. Dr. Dr. Rafaela Hillerbrand¹

Abstract: Unter Klimatologen besteht weitgehend Einigkeit, dass Vorhersagen von Klimamodellen unausweichlich unsicher sind. Unsicherheit rechtfertigt aber keineswegs politische Inaktivität. In diesem Aufsatz wird deshalb diskutiert, in wieweit epistemische Unsicherheiten für die praktische Entscheidungsfindung von Relevanz sind. Insbesondere soll gezeigt werden, dass das Vorsorgeprinzip nicht in der Lage ist, den spezifischen Unsicherheiten, wie sie in Klimapro-

gnosen auftreten, gerecht zu werden. Nicht-quantifizierte Unsicherheiten dürfen in Entscheidungsfindungsprozessen weder ignoriert werden, noch lassen sie sich durch Einführung subjektiver Wahrscheinlichkeiten auf quantifizierte Unsicherheiten reduzieren. Dies unterscheidet die ethischen Aspekte des Klimawandels wesentlich von anderen ethischen Problemen aus dem Bereich der Energieversorgung.

Einleitung

Unsicherheiten bei Klimavorhersagen bestimmen große Teile des wissenschaftlichen Diskurses – nicht nur unter Klimaskeptikern. Werden Klimaprognosen aber einer breiten Öffentlichkeit kommuniziert, gehen diese Unsicherheiten häufig verloren.² Dies ist keineswegs nur den Wissenschaftlern anzulasten; vielmehr scheint der praktische Diskurs nicht in der Lage, diese Unsicherheiten adäquat zu reflektieren. Eine voll-

ständige Darlegung der Unsicherheit der Prognosen in der Öffentlichkeit könnte riskieren, dass derartige Prognosen als unwissenschaftlich diskreditiert werden. Dabei sind unsicher und unwissenschaftlich zwei gänzlich verschiedene Begriffe. In den Medien werden indes Klimaprognosen häufig nur in schwarz oder weiß gemalt, bzw. als verlässlich oder falsch markiert. Die Grauschattierungen des wissenschaftlichen Diskurses – Wissenschaftler erachten ihre Modelle i.Allg. weder als völlig wahr noch als völlig falsch – gehen dabei verloren.³

Im Folgenden wird gezeigt, dass der Prozess der praktischen Entscheidungsfindung diesen Grauschattierungen, die die Verlässlichkeit von Klimamodellen beeinflussen, Rechnung tragen muss.⁴ Dabei wird nicht diskutiert, ob oder in welchem Ausmaß Treibhausgase aus ethischen Gründen reduziert werden müssen,⁵ vielmehr wird erörtert, nach welchen Kriterien die praktische Entscheidungsfindung vonstatten gehen soll. Folgende zwei Thesen stehen dabei im Vordergrund: (i) Nicht alle Unsicherheiten, die den Entscheidungsfindungsprozess beeinflussen, lassen sich quantifizieren. (ii) Weder Entscheidungen, die auf dem Vorsorgeprinzip aufbauen, noch solche, die den erwarteten Nutzen zu maximieren suchen, reflektieren in angemessener Weise diese nichtquantifizierten Unsicherheiten. Beide Prinzipien sind daher nicht in der Lage, Fragen der inter- und intragenerationellen Gerechtigkeit in der Klimadebatte angemessen zu berücksichtigen.

Kurz zur Gliederung des Aufsatzes: Im zweiten Abschnitt wird begründet, warum sich jede ethische Auseinandersetzung mit der Erderwärmung auch mit erkenntnistheoretischen Problemen von Klimamodellen beschäftigen muss. Diese Probleme beinhalten, was Klimatologen als *Unsicherheit* bezeichnen, gehen aber noch darüber hinaus. Die Tatsache, dass manche Unsicherheiten nicht quantifizierbar sind, stellt die praktische Erörterung, wie wir auf die Erderwärmung zu reagieren haben, vor eine ernstzunehmende Herausforderung.

Im dritten Abschnitt wird die Relevanz der epistemischen Unterscheidung zwischen quantifizierten und nichtquantifizierten Unsicherheiten für die praktische Entscheidungsfindung gezeigt. Der vierte Abschnitt argumentiert, dass das Vorsorgeprinzip Fragen der Fairness zwischen verschiedenen Nationen oder Generationen nicht angemessen zu beantworten vermag. Im fünften Abschnitt wird umrissen, warum auch die Ma-

ximierung des erwarteten Nutzens bzgl. der Klimaproblematik kein rationales Ergebnis liefert als das Vorsorgeprinzip. Als Ausblick wird in Abschnitt sechs ein möglicher Weg skizziert, wie durch eine Modifikation des Erwartungsnutzen-Ansatzes nichtquantifizierte Unsicherheiten in die Debatte um den anthropogenen Treibhauseffekt integriert werden können.

Wir leben im ersten Zeitalter, in dem wir uns ernsthaft mit der Zukunft beschäftigen. Die Ironie liegt darin, dass wir eventuell gar keine haben.

/ Arthur C. Clarke /

Unsicherheiten bei den Klimavorhersagen

Ein Blick auf die Aspekte der inter- wie intragenerationellen Gerechtigkeit kennzeichnet den Klimawandel als ein ernstzunehmendes Problem, wobei im Folgenden der Fokus auf die intragenerationelle Gerechtigkeit gelegt wird. Vorausgesetzt, dass unsere ethische Auseinandersetzung mit dem Klimawandel vorwiegend durch Überlegungen zur Generationengerechtigkeit angestoßen wird, gehe ich im Folgenden davon aus, dass der ‚Status quo‘ des Klimasystems hauptsächlich aufgrund seines Wertes für zukünftige Generationen für uns von Wert ist. Ein Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur ist damit nicht per se moralisch relevant, vielmehr machen erst die Auswirkungen einer erhöhten globalen Durchschnittstemperatur oder anderer klimatischen Variablen auf die Lebensbedingungen heutiger und zukünftiger Menschen die Erderwärmung zu einem

moralischen Problem.⁶ Oftmals wird die Treibhausdebatte aber verkürzt: Moralische Schlüsse werden direkt aus Klimavorhersagen abgeleitet, welche aber lediglich das Klimasystem beschreiben und als solche keine Wertaussagen liefern (siehe Abb. 1). Erachtet man das Klimasystem aber nicht als Wert-an-sich, so gibt es a priori keine Verpflichtung, das Klimasystem in einem bestimmten Zustand zu erhalten. Diese Verkürzung einer moralischen Debatte unterminiert einerseits eine vernünftige Entscheidungsfindung, die auf wissenschaftlichen Fakten aufbaut. Andererseits ist diese Verkürzung auch nachteilig für die Fachwissenschaften selber, da wissenschaftliche Argumente Gefahr laufen, nur als politische Argumente angesehen zu werden.⁷

Die direkten und indirekten Auswirkungen eines Klimawandels auf Lebenserwartung und Lebensqualität lassen sich nicht so einfach abzuschätzen. Wissenschaftler benutzen deshalb sogenannte Impaktmodelle. Die in Abbildung 1 skizzierte Aufteilung in die Ebenen der Energieszenarien, der Klimamodelle und der wirtschaftlichen Ebene hilft bei der Klärung der Frage, wo und wie epistemische Unsicherheiten entstehen und auf welche Weise sie in den praktischen Diskurs einfließen.⁸ Nur wenige Unsicherheiten von Klimamodellen (Ebene 2) lassen sich quantifizieren, etwa durch Angabe der Breite der Wahrscheinlichkeitsverteilung der globalen Durchschnittstemperaturänderung. Derartige quantitative Angaben für Unsicherheit lassen sich dann beziffern, wenn die Unsicherheit aus nicht genau bekannten Parametern oder Anfangswerten resultiert. Indes

resultieren die nicht (zumindest nicht vollständig) quantifizierbaren Unsicherheiten daraus, dass das Modell nicht alle relevanten Kausalmechanismen abbildet. Die Kausalmechanismen sind entweder nicht vollständig bekannt oder können – etwa aufgrund endlicher Rechenleistung – nur unzureichend aufgelöst werden. Insbesondere auf der ersten und der dritten Ebene der Abbildung kann

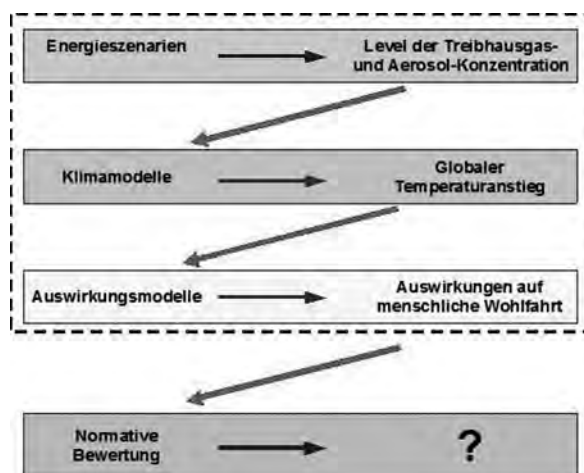


Abbildung 1: Eine Einschätzung der Auswirkungen des Treibhausgasausstoßes auf die menschliche Wohlfahrt. Kurze gerade Pfeile sind zu lesen als „prognostizieren“, schräge Pfeile als „dient als Input für“. Das gestrichelte Rechteck kennzeichnet die Kombination der fachwissenschaftlichen Prognosen, die als Ganzes den empirischer Input für eine politische oder moralische Bewertung (letzte Zeile) bilden.

daher nicht genau abgeschätzt werden, wie die verwendeten Modelle die relevanten Kausalmechanismen des modellierten Systems repräsentieren.

Die Aufgabenteilung bei der Erforschung der Folgen des menschenverursachten Treibhausgasausstoßes ist in der Praxis oftmals nicht derart klar umrissen wie in Abbildung 1 dargestellt. Insbesondere Impaktmodelle und normative Bewertung werden oft vermischt. Einerseits ist dies unausweichlich bzw. sogar notwendig. Denn nur eine normative Beurteilung kann entscheiden, welche Aspekte des menschlichen Lebens berücksichtigt werden müssen. Darüber hinaus müssen manche Modellannahmen, wie die Diskontierungsrate für nichtmonetäre Verluste, auch aus moralischer Sicht gerechtfertigt werden.⁹ Andererseits ist die zumindest in Teilen unausweichliche Vermischung normativer und empirisch-deskriptiver Elemente überaus problematisch, da dies in der Praxis oftmals dazu führt, dass insbesondere normative Annahmen nicht explizit gemacht werden. Eine Gesamtbeurteilung wird damit undurchschaubar.

Unmittelbarkeit und praktische Relevanz von Unsicherheit

Weshalb soll man sich überhaupt bei der Diskussion der inter- und intragenerationellen Gerechtigkeit mit erkenntnistheoretischen Problemen auseinandersetzen? Wenn Unsicherheit ein derart schwerwiegendes Problem ist, warum kann man dann nicht warten, bis bessere Klimamodelle und globale wie langfristige Impaktmodelle vorliegen? Ein Grund, warum die Analyse des Treibhauseffektes keinesfalls aufgeschoben werden darf, liegt darin, dass das Klimasystem nur sehr langsam auf Veränderungen seiner Parameter wie etwa Veränderungen der Kohlendioxidkonzentration reagiert. Daher lässt sich die atmosphärische Konzentration von Treibhausgasen wie Kohlendioxid nur durch eine *Verringerung* des Ausstoßes *stabilisieren*.¹⁰ Die Trägheit des Klimasystems erfordert zudem zeitnahes Handeln. Wenn bestimmte Klimaeffekte erst einmal aufgetreten sind, dürfte es für eine systematische Reaktion schon zu spät sein. Hier sei nochmals erwähnt, dass sich diese Arbeit mit einer rationalen Diskussion des Klimawandels beschäftigt, nicht mit der Frage nach sinnvollen Reduzierungs- oder Vermeidungsstrategien: Der praktische Diskurs mag zu der Schlussfolgerung führen, dass es besser ist, heute die Treibhausgasemissionen zu reduzieren, als sich in Zu-

kunft auf Klimaänderungen einzustellen. Eine derartige Entscheidung kann aber nicht auf bessere Voraussagen warten, sondern muss bereits jetzt gefällt werden.

Die Notwendigkeit, erkenntnistheoretische Unsicherheiten in praktischen Debatten zu berücksichtigen, ergibt sich aus folgenden drei Annahmen: Erstens muss die praktische Entscheidungsfindung auf den besten verfügbaren (empirischen) Daten aufbauen. Zweitens können im Bereich der Umweltpolitik praktische Probleme als wissenschaftliche Probleme formuliert werden.

Wir spielen russisches Roulette, und zwar mit Faktoren des Klimasystems, deren Veränderung schwerwiegende Folgen für zukünftige Generationen haben wird. Wie lange sind wir bereit zu spielen?

/ David Suzuki /

Drittens liefern die Naturwissenschaften das verlässlichste Bild der Natur. Diese drei Hypothesen sollen hier nicht weiter gerechtfertigt werden, da alle drei plausibel und recht intuitiv erscheinen. Aus diesen epistemischen und praktischen Annahmen folgt aber, dass erkenntnistheoretische Unsicherheiten in der praktischen Entscheidungsfindung berücksichtigt werden müssen, denn die besten gegenwärtig vorhandenen Informationen sind die verfügbaren wissenschaftliche Vorhersagen plus Informationen über deren Verlässlichkeit. Obwohl letztere nicht immer in Zahlen ausgedrückt werden (können), gibt es dennoch hinreichend Informationen über die Qualität der unterschiedlichen Klimavorhersagen.

Hätten wir es lediglich mit quantifizierten Unsicherheiten zu tun, die aus unzureichendem Wissen über die Input-Parameter entstehen, dann ließen sich probabilistische Entscheidungskriterien wie das Prinzip der Nutzenmaximierung direkt anwenden. Nichtquantifizierte Unsicherheiten, die aus einem unzureichenden Verständnis der relevanten Kausalrelationen resultieren, stellen die Entscheidungstheorie indes vor ein schwerwiegendes Problem. Quantitative Größen mögen zwar irreführend sein, jedoch lassen sie sich problemlos außerhalb der eigenen Wissenschaftsdisziplin vermitteln. Dies gilt nicht für Fehler und Mängel, die nicht quantifizierbar sind. Nichtsdestotrotz verbleiben bei der Einschätzung der Verlässlichkeit eines physikalischen oder ökonomischen Modells stets nichtquantifizierte Faktoren. So hängen die Ergebnisse einer statistischen Analyse immer auch von den angewendeten experimentellen Paradigmen ab, den verbreiteten Praktiken und dem

Forschungsstand der jeweiligen Disziplin. Selbst wenn Wissenschaftler all diesen Faktoren einen bestimmten Grad an Verlässlichkeit in Form von *higher order beliefs* zuordnen, so ist dieser Grad dennoch nur sehr selten quantifizierbar - etwa durch Angabe subjektiver Wahrscheinlichkeiten. Taxieren von Verlässlichkeiten lässt sich oftmals nur durch Arbeiten in der betreffenden Wissenschaftsdisziplin *erlernen*. Die wissenschaftliche Gemeinschaft bildet diesbezüglich also eine Wittgensteinsche Sprachgemeinschaft.¹¹

Vorsorgeprinzip und Gerechtigkeit als Fairness

Sind die Handlungsfolgen hochgradig unsicher, findet häufig das Vorsorgeprinzip Anwendung. Der Begriff Vorsorgeprinzip wird (mindestens) in zwei Verwendungen gebraucht, daher zunächst eine kurze Erläuterung des Begriff und seine Verwendung im ethischen, juristischen und politischen Kontext. Die Rio-Erklärung über Umwelt und Entwicklung etwa formuliert das Vorsorgeprinzip wie folgt: „Drohen schwerwiegende oder bleibende Schäden, so darf ein Mangel an vollständiger wissenschaftlicher Gewissheit kein Grund dafür sein, kostenwirksame Maßnahmen zur Vermeidung von Umweltverschlechterungen aufzuschieben.“¹²

In dieser schwachen Formulierung liefert das Vorsorgeprinzip keine eindeutige Handlungsanweisung, es stellt vielmehr eine Art Meta-Kriterium dar, das anmahnt, wissenschaftliche Vorhersagen auch dann ernst zu nehmen, wenn sie unsicher sind. Eine starke Formulierung des Vorsorgeprinzips, die ein echtes Entscheidungskriterium bietet, ist etwa folgende Formulierung: „Drohen Schäden für die Umwelt oder die menschliche Gesundheit, dann *sollten* Vorsorgemaßnahmen getroffen werden, auch dann wenn einige Ursache- und Wirkungs-Beziehungen sich wissenschaftlich nicht begründen lassen.“¹³

Befürworter des Vorsorgeprinzips wie C. Raffenberg und J. Tickner sehen folgendes Kernargument in diesen Formulierungen: „In seiner einfachsten Formulierung hat das Vorsorgeprinzip einen zweifachen Trigger: Wenn es eine potentielle Gefahr gibt, und wenn Ungewissheit über das Ausmaß ihrer Auswirkungen oder Kausalitäten herrscht,

dann sollten vorbeugende Maßnahmen zum Schutz vor Schaden ergriffen werden.¹⁴

In dieser Arbeit wird das Vorsorgeprinzip als echtes Entscheidungskriterium verstanden, das die starke Formulierung als eine Variante der Minimax-Regel der Entscheidungstheorie interpretiert.¹⁵ Minimiere das schlechtest mögliche Ergebnis. Diese kann, mit Hilfe bestimmter Annahmen zur Quantifizierung von Schaden und Wohlbefinden, für den Umgang mit dem Klimawandel auch als Maximin-Regel formuliert werden: Maximiere das Wohlbefinden in den Szenarien, in denen die beteiligten Menschen am schlechtesten gestellt sind (minimal profitieren), ohne Rücksicht darauf, wie ungewiss diese Szenarien sind.

Auf den ersten Blick erscheint das Vorsorgeprinzip geeignet, um eine unmoralische Diskontierung zukünftiger Klimaschäden zu vermeiden: Da wir die Möglichkeit einer schweren Schädigung zukünftiger Genera-

Unsere größte Verantwortung liegt darin, gute Vorfahren zu sein.

/ Jonas Salk /

tionen durch unsere gegenwärtigen Treibhausgasemissionen nicht ausschließen können, sollten dem Vorsorgeprinzip folgend die Treibhausgasemissionen gestoppt werden. Das Vorsorgeprinzip erscheint dort angemessen, wo Folgen gravierend sein können – und die Lebensbedingungen aller zukünftigen Menschen könnten durch drastische Klimaveränderungen tatsächlich bedroht sein. Weiterhin prognostizieren einige wirtschaftliche Impaktmodelle, dass die Reduktion menschenverursachter Treibhausgasemissionen nicht allzu teuer ist.¹⁶ Stern¹⁷ zufolge bedarf es lediglich 1 Prozent (bzw. nach aktuellen Schätzungen aus dem Jahre 2009 sind es 2 Prozent) der Summe aller Bruttoinlandsprodukte (BIP), um die größten Gefahren des Klimawandels zu vermeiden. Dies erscheint auf den ersten Blick recht wenig. Nach den gegenwärtigen BIP-Werten ergeben sich daraus aber Kosten von mehr als 450 Milliarden US-Dollar pro Jahr, ein Vergleich mit Schätzungen, wie viel Geld nötig ist, um 80 Prozent der ländlichen Bevölkerung Afrikas bis 2015 mit ausreichend Wasser und sanitären Einrichtungen zu versorgen – nämlich 1,3 Milliarden US-Dollar pro Jahr¹⁸ – zeigt, dass die von Stern genannte Summe keineswegs so gering ist. Nationen sind wie andere „Akteure“ nur in der Lage, eine begrenzte Geldmenge oder andere Ressourcen für altruistische Zwecke aufzu-

bringen. Das Verhindern schwerwiegender Folgen des Klimawandels ist aber nur eine von vielen möglichen altruistischen Handlungen.¹⁹ Eine Investition zur Vermeidung von Klimawandelfolgen bedeutet unausweichlich, auf andere Investitionen zu verzichten, die ebenfalls moralisch geboten sind. Wichtig dabei ist, dass der praktische Diskurs begründet, welche Investition Priorität hat. Bereits a priori diese Priorität festzulegen – zum Beispiel durch die nicht näher begründete Annahme, der Klimawandel sei zur Zeit das dringlichste Problem der Menschheit – höhlt den moralischen Diskurs aus, wie bereits in Abschnitt 2 moniert wurde. Die Anwendung des Vorsorgeprinzips auf die globale Erwärmung als *Einzelform* verhindert, die berechtigten Forderungen der von nicht-Klima-verursachten Natur- oder Sozialkatastrophen betroffenen Gruppierungen angemessen zu berücksichtigen. Damit ist dieser Ansatz nicht geeignet, inter- und intragenerationelle Gerechtigkeitsüberlegungen einzubeziehen, weil er die berechtigte Frage, warum die Linderung klimawandelbedingten Leids der Linderung anderen Leids vorzuziehen ist, nicht beantwortet.

Diese Kritik ist indes kein Angriff auf das Vorsorgeprinzips per se, sondern disqualifiziert lediglich eine seiner gebräuchlichen Anwendungen. Angenommen, es ließe sich zeigen, dass unter Berücksichtigung gewisser ethischer Standards, die hier nicht näher diskutiert werden, das worst-case-Szenario des Klimawandels tatsächlich schlimmer ist als alle anderen Formen heutigen und zukünftigen menschlichen Leids, so müssten wir in Übereinstimmung mit dem Vorsorgeprinzip den Treibhausgasausstoß um jeden Preis eindämmen. Damit wird das sichere Leid der heute lebenden Menschen gegen ein möglicherweise noch schlimmeres, aber ungewisses Leid der zukünftig lebenden Menschen abgewogen. Wenn der Eintritt des worst-case-Szenarios derart ungewiss ist, wie es heute im Fall der globalen Erwärmung eingeschätzt wird, und wenn man es mit anderen Szenarien vergleicht, deren Auswirkungen sicher sind (wie zum Beispiel das tatsächliche Leid vieler Menschen in der Dritten Welt), ist es nicht rational, alle anderen Szenarien vollständig zu ignorieren und sich auf die Verhinderung des ungewissen, aber möglicherweise schlimmsten Ergebnisses zu konzentrieren.²⁰ Wie bereits angemerkt, beinhalten die verfügbaren Informationen über die Auswirkungen des anthropogenen Treibhaus-

effektes auch Informationen darüber, wie unsicher das Eintreten des worst-case und anderer Szenarien ist. Diese Informationen sind aber weder mit Hilfe von Wahrscheinlichkeiten vollständig quantifiziert noch können sie vollständig quantifiziert werden. Jedoch gibt es Informationen, dass zukünftiges, durch globale Erwärmung verursachtes Leid ungewiss ist, während heutiges Leid sicher ist. Argumente wären notwendig, um diese Informationen vernachlässigen zu können; aber diese finden sich in der Literatur nicht.

Die Probleme des Vorsorgeprinzips als allgemeines Handlungsprinzip wurden in der Literatur ausführlich diskutiert.²¹ Diese Arbeit konzentriert sich deshalb auf die für jede intergenerationellen Ethik zentrale Frage: Wie können Verpflichtungen gegenüber zukünftigen Generationen mit Verpflichtungen gegenüber heute lebenden Personen abgewogen werden? Auch wenn man ethische Positionen ablehnt, die primär auf die Handlungsfolgen rekurrieren, so kann man doch das Recht der heute lebenden Menschen auf sauberes Wasser und ausreichende Nahrung unmöglich leugnen. Selbst wenn sich zeigen lässt, dass die ungewissen, zukünftigen Auswirkungen schlimmer sind als das aktuelle Leid, ist eine rein am Vorsorgeprinzip orientierte Reaktion auf die globale Erwärmung ungeeignet, sowohl inter- als auch intragenerationelle Gerechtigkeitsüberlegungen zu integrieren.

Modifizierter Erwartungsnutzen-Ansatz

Das Vorsorgeprinzip wird oft als Gegenpol zur Maximierung des erwarteten Nutzens wahrgenommen: Anstelle sich auf das worst-case-Szenario zu konzentrieren, zieht letzteres alle möglichen Ergebnisse und die dazugehörigen Nutzen u_i , gewichtet nach der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens $\sum u_i p_i$, in Betracht. Formal bedeutet das, zu maximieren, wobei über alle möglichen Szenarien summiert wird. Die extremen Szenarien eines unkontrollierbaren Klimawandels sowie sehr geringer Temperaturveränderungen werden so mitberücksichtigt, ebenso wie Szenarien, in denen die Temperaturveränderung etwa dem erwarteten Durchschnittswert entspricht. Da letztere Szenarien am „wahrscheinlichsten“ sind, erhalten sie „größeres Gewicht“. Den erwarteten Nutzen zu maximieren, stellt eine Variante der utilitaristischen Maxime des *größten Guten für die größte Anzahl* für Entscheidungen unter Unsicherheit dar: Es ist nicht der Gesamtnutzen, welcher maximiert

wird, sondern der *erwartete* Nutzen, d.h. die Summe aller mit der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens gewichteten Nutzenwerte. Die Verteilung der Nutzenwerte auf mögliche Effekte des Klimawandels führt zu vielen schwierigen Problemen, auf die an dieser Stelle nicht näher eingegangen wird, da diese Probleme nicht einschlägig für die Entscheidungsfindung unter Unsicherheit sind, sondern vielmehr grundlegende Probleme wohlfahrtsbasierter Ethiken darstellen. Es sei lediglich angemerkt, dass insbesondere bei der Bestimmung des Nutzens eines Ereignisses oder bei der Beurteilung der tatsächlichen Höhe des Nutzens besondere Probleme auftreten, die auch den Vorsorgeansatz beeinträchtigen – etwa dabei, das worst-case-Szenario als solches zu bestimmen.²² Da der Fokus dieser Arbeit auf den Unsicherheiten (bei erwartetem Nutzen wie beim worst-case-Szenario) liegt, werden die mit der Bestimmung menschlichen Wohlbefindens und dessen Gleichsetzung mit kardinalen Nutzenwerten verbundenen Probleme nicht diskutiert. Für die Zwecke dieser Arbeit genügt die Annahme, dass das Gleichsetzen der Auswirkungen einer Klimaänderung auf das menschliche Wohlbefinden, welches die Impaktmodelle auf Ebene drei in Abb.1 prognostizieren, mit (intersubjektiven) Nutzenwerten sinnvoll möglich ist.²³ Um das Erwartungsnutzenprinzip anzuwenden, müssen alle (moralisch) relevanten Auswirkungen des Treibhausgasausstoßes mit einer Wahrscheinlichkeit p_i versehen werden. Da es für die Mehrzahl dieser Auswirkungen aber keine Angaben zu ihrer relativen Häufigkeit gibt, muss man auf Me-

auch, dass Wahrscheinlichkeiten durch objektive Fakten gestützt werden können – unabhängig davon, wie Wahrscheinlichkeiten interpretiert werden. Wie bereits²⁴ erörtert, gibt es auf der Ebene der Impaktmodelle keine verlässlichen Schätzung der Eintrittswahrscheinlichkeiten. Nichtquantifizierte Unsicherheiten sind aber von zentraler Bedeutung, wenn wir Fragen des Klimawandels diskutieren. Dies unterscheidet die Bedrohung durch globale Erwärmung von anderen ethischen Problemen, die mit der Energieversorgung in Verbindung stehen, wie z. B. Fragen nach der Sicherheit von Kernkraftwerken oder Endlagern, bei denen es – zumindest in Teilen – verlässliche Schätzungen der Wahrscheinlichkeitsverteilung gibt. Im Fall des Klimawandels ist es aber nicht nur unmöglich, sinnvolle Wahrscheinlichkeiten abzuschätzen, sondern bedingt durch die großen Zeitskalen, auf denen das Klimasystem auf Veränderungen reagiert, gibt es auch keine hinreichenden Daten, um die Wahrscheinlichkeiten nach der Bayes-Formel zu aktualisieren.

Ein anderer Weg, subjektive Wahrscheinlichkeiten zuzuordnen, beruht auf Laplaces Prinzip des unzureichenden Grundes. Dies besagt, dass alle möglichen Effekte als gleich wahrscheinlich angenommen werden solange keine weiteren Informationen zur Verfügung stehen. Dieser Ansatz, der zum Beispiel von Harsanyi²⁵ verwendet wurde, geht im Falle des Treibhauseffektes darin fehl, dass er (wie auch das Vorsorgeprinzip) verfügbare empirische Informationen vernachlässigt. Es gibt keine rationale oder gar logische Überlegenheit von Harsanys Annahme der Gleichwahrscheinlichkeit (*equi-*

vor gelassen werden, der Klimawandel nicht nach dem Prinzip erwarteter Nutzenmaximierung behandelt werden kann. Dies ist umso bedauerlicher, da die Maximierung des erwarteten Nutzens einen klaren Vorteil gegenüber dem Vorsorgeprinzip besitzt: Durch Berücksichtigung einer sowohl intertemporalen als auch internationalen Perspektive ist die Methode der Maximierung des erwarteten Nutzen zumindest prinzipiell in der Lage, einen Ausgleich zwischen Kosten und Leistungen verschiedener Personen an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten herzustellen.

Das Fehlen (subjektiver) Wahrscheinlichkeiten im oben definierten Sinne bedeutet jedoch nicht, dass man auf nicht-probabilistische Entscheidungskriterien wie das Vorsorgeprinzip zurückgreifen muss. Dieser Arbeit fordert keine Neuauflage des schwachen Vorsorgeprinzips in der Form „Nimm Ungewissheiten ernst und befasse dich deshalb auch mit unsicheren Ergebnissen“; diese Arbeit versuchte vielmehr zu zeigen, dass ungewisse Effekte nicht als sichere (miss-)verstanden werden dürfen. Und eben dies vereitelt die Anwendung des Vorsorgeprinzips.

Die einschlägige Fachliteratur liefert eine Reihe von Entscheidungsmethoden, welche das Erwartungsnutzenprinzip verallgemeinern und darauf abzielen, den Mangel an verlässlichen a priori Wahrscheinlichkeiten zu bewältigen. Auf Basis bedingter Wahrscheinlichkeitsrechnung versuchen diese Ansätze, die Unsicherheit genauer zu bestimmen.²⁶ Ein angemessener Entscheidungsprozess zur Bestimmung der richtigen Reaktion auf eine globale Erwärmung muss in einem ersten Schritt Nutzenwerte für die verschiedenen Handlungsmöglichkeiten verteilen. Dies geschieht vornehmlich durch Politiker oder Ethiker. Der zweite Schritt, die tatsächliche Kosten-Nutzen-Analyse, ist aufgrund der nichtquantifizierten Unsicherheiten von Experten auf dem Gebiet der jeweiligen empirischen Vorhersage durchzuführen. Eine derartige Blaupause für den praktischen Diskurs kann nur funktionieren, wenn die Entscheidungsfindung extrem kontextsensitiv ist. Die in den siebziger Jahren – unter anderem von den Protagonisten Harsanyi und Rawls – geführte Debatte beschäftigte sich mit der Rationalität der Nutzenmaximierung oder dem Maximin-Prinzip, unabhängig von den Spezifika der Entscheidung. Diese Debatte konnte letztlich aber nur zeigen, dass in der Beantwortung der Frage, ob das Vorsorgeprinzip oder

Heutzutage, mehr denn je, muss das Leben durch ein Verständnis universeller Verantwortung, nicht nur zwischen Nationen und zwischen Menschen, sondern auch zwischen Menschen und anderen Lebensformen, gekennzeichnet sein.

/ Dalai Lama /

thoden wie die von Bayes zurückgreifen. Im sog. Bayesianismus wird die Verlässlichkeit wissenschaftlicher Ergebnisse mit Hilfe subjektiver Wahrscheinlichkeiten quantifiziert. Die Unterscheidung zwischen quantifizierten und nichtquantifizierten Unsicherheiten wird damit aufgehoben.

Seit den Ursprüngen der mathematischen Wahrscheinlichkeitstheorie im 17. Jahrhundert bietet diese Theorie die erfolgreichste Methode, mit Unsicherheiten umzugehen. Im Allgemeinen fordert man aber von Wahrscheinlichkeiten nicht nur, dass sie den mathematischen Axiomen genügen, sondern

probability) gegenüber Rawls' Fokussierung auf das schlimmst mögliche Ergebnis: Per se besteht keine logische Notwendigkeit, dass die Wahrscheinlichkeiten im Falle von Unsicherheit für alle Entscheidungsergebnisse als gleichverteilt angenommen werden müssen. Gerade für den Klimawandel liegen Informationen über den Grad der Möglichkeit bestimmter Folgen vor – auch wenn diese nicht vollständig quantifiziert sind. Zusammenfassend lässt sich damit sagen, dass selbst wenn Probleme bei der Verteilung sinnvoller Nutzenwerte auf die Auswirkungen verschiedener Energieszenarien außen

das Prinzip der Maximierung des erwarteten Nutzen angemessener sei, wohl oder übel kontextbezogene Besonderheiten der Entscheidungssituation zu berücksichtigen sind. Auf der Suche nach einer angemessenen Form der Entscheidungsfindung für den Umgang mit der globalen Erwärmung hat dieser Aufsatz all jene Faktoren, die der Anwendung des Vorsorgeprinzips oder des Erwartungsnutzenprinzips vorausgehen, kaum beachtet. Daher soll abschließend auf diese Probleme kurz eingegangen werden: Bevor man über die ungewissen Folgen der anthropogenen Treibhausgasemissionen reden kann, muss klar sein, um welche Themen oder Ziele es in dieser Diskussion geht: Geht es um das Wohlbefinden von Menschen, jetzt oder in Zukunft? Müssen die Vor- und Nachteile alternativer, emissionsarmer Energieversorgung ebenfalls diskutiert werden? Jedem Entscheidungsprozess geht eine Abgrenzung der eigentlichen Entscheidung voraus. Über die Methode zur Bestimmung dieses ‚Entscheidungshorizonts‘²⁷ gibt es keinen etablierten Konsens. Die Tragweite der Entscheidung, oder sogar die Frage, welches Problem die Entscheidung überhaupt lösen soll, ist oftmals unklar. Je weiter die Konsequenzen einer Entscheidung in die Zukunft reichen, desto schwieriger wird es, den Entscheidungshorizont zu bestimmen. Menschen dürften aus moralischen Gründen nicht ungleich behandelt werden, obwohl sie schlicht nicht gleich behandelt werden können. Zurzeit wird der Entscheidungshorizont nach pragmatischen Gesichtspunkten – meist implizit – gesetzt, obwohl er gerade in einer intergenerationellen Ethik von zentraler Bedeutung ist. Bezüglich der Bestimmung der Tragweite einer Entscheidung ist dies eine wichtige Aufgabe für die empirischen Wissenschaften, wenn sie die Grenzen unseres Wissens abstecken. Für die Ethik ist aber die Bestimmung des Entscheidungshorizontes eine zentrale Herausforderung, vor der Philosophen nicht zurückschrecken dürfen; denn die Bestimmung des Entscheidungshorizontes erfordert – wie gezeigt – eine eingehende und detaillierte Betrachtung der Zusammenhänge der spezifischen Situation.

Bemerkungen:

1. Ich möchte mich bei Steve Clarke, Martin Peterson, Andreas Pfennig, Nickolas Shackel und Hartmut Westermann für hilfreiche Diskussionen über das Thema dieser Arbeit sowie Kritik und Kommentare zu früheren Versionen bedanken.

2. Vgl. z.B. den gesamten IPCC Bericht und seine Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger: Solomon et al. 2007.
3. Giere 2004.
4. Obwohl moralische Unsicherheiten ohne jeden Zweifel ein großes Problem für die intergenerationelle Ethik darstellen, fokussiert diese Arbeit nur auf erkenntnistheoretische Unwägbarkeiten.
5. Vgl. diesbezüglich z.B. Gardiner 2006a, Hanson/Johannesson 1997, Lumer 2002.
6. Es sei in diesem Zusammenhang angemerkt, dass der anthropozentrische Ansatz dieser Arbeit einfach auf andere Lebewesen erweitert werden kann.
7. Vgl. Oreskes 2004 und Pielke 2004 zur hitzigen Debatte, die der Veröffentlichung von B. Lomborgs Buch *The Sceptical Environmentalist* im Jahre 2001 folgte.
8. Hillerbrand/Ghil 2008.
9. Stern 2007.
10. Solomon et al. 2007.
11. Wittgenstein 2001, 10.
12. UNEP 1992; vgl. UNFCCC 1998.
13. The Wingspread Statement 1998, eigene Übersetzung. Abgesehen von den zwei hier diskutierten Versionen existieren noch mehrere andere Formulierungen des Vorsorgeprinzips: Sandin et al. 2002, O’Riordan/Jordan.
14. Raffensberger/Tickner 1999, 1. 15. Gardiner 2006b.
15. Gardiner 2006b.
16. Es sei angemerkt, dass verschiedene Autoren die Höhe der Kosten einer Treibhausgasverringerung sehr unterschiedlich einschätzen, vgl. etwa die Reaktion auf den Stern Report (2007) in Weitzmann 2009 und Nordhaus 2008.
17. Stern 2007.
18. Martinez Austria/van Hofwegen (Hg.) 2006.
19. Die Annahme eines klar definierten Entscheidungsträgers, der in der Debatte zum Klimawandel vorausgesetzt wird und hier übernommen wurde, ist unrealistisch.
20. Diese Argumentation bedarf weiterer Verfeinerung wenn der worst-case ein singuläres Ereignis wie das Ende allen menschlichen Lebens auf der Erde ist (vgl. Ord/Hillerbrand/Sandberg 2009). Der heutige Stand empirischen Wissens scheint diesen Fall für den Klimawandel aber auszuschließen.
21. Peterson 2006, Clarke 2005, sowie die darin zu findenden Literaturangaben.
22. Das Problem des Vorsorgeprinzips ist auf gewisse Weise einfacher, da es nur eines ordinalen Konzepts von Wohlbefinden be-

darf, während das Prinzip des erwarteten Nutzens ein kardinales Wohlfahrtsmaß voraussetzt. Kardinale und ordinale Maße können nur dann identisch sein, wenn die Wohlfahrtsfunktion bereits gewissen Beschränkungen unterliegt, Neuman/Morgens-1967,

23. Wie man tatsächlich sinnvolle Nutzwerte verteilt, wird in der Literatur ausführlich diskutiert. Für die intergenerationelle Ethik ergeben sich gravierende Probleme bei der Diskussion über die Verteilung von Nutzenwerten im Zusammenhang mit Klimawandel, siehe Lumer 2002 .

24. Frame et al. 2007.

25. Harsanyi 1975, 1982.

26. Z.B. Shafer 1990.

27. Hansson 1996, 371.

Verweise

Clarke, Steve (2005): *Future Technologies, Dystopic Futures and the Precautionary Principle*. In: *Ethics and Information Technology*. Jhg. 7, 121–126.

Frame, Dave. J. / Faull, Nicholas E. / Joshi, Manoj M. / Allen, Myles R. (2007): *Probabilistic Climate Forecasts and Inductive Problems*. In: *Philosophical Transactions of the Royal Society. A*, doi:10.1098/rsta.2007.2069.

Gardiner, Stephen M. (2006a): *A Perfect Moral Storm: Climate change, intergenerational ethics and the problem of moral corruption*. In: *Environmental Values*. Jhg. 15, 397–413.

Gardiner, Stephen M. (2006b): *A Core Precautionary Principle*. In: *The Journal of Political Philosophy*. Jhg. 14 (1), 33–60.

Giere, Reto (2004): *How Models are Used to Represent Reality*. In: *Philosophy of Science*. Jhg. 71, 742–752.

Hanson, Sven Ove (1996): *Decision-making under Great Uncertainty*. In: *Philosophy of the Social Sciences*. Jhg. 26, 369–386.

Hanson, Sven Ove / Johannesson, Mikael (1997): *Decision-theoretic Approaches to Global Climate Change*. In: Fermann, Gunnar (Hg.): *International Politics of Climate Change*. Stockholm: Scandinavian University Press, 153–178.

Harsanyi, John C. (1999), Can the Maximin Principle Serve as a Basis for Morality? A critique of John Rawls' theory. Reprinted in: Richardson, Henry S. / Weithman, Paul J. (Hg.): The Philosophy of John Rawls. A Collection of Essays. Taylor & Francis, 234–246.

Harsanyi, John C. (1982): Morality and the Theory of Rational Behaviour. In: Sen, Amartya / Williams, Bernhard (Hg.): Utilitarianism and beyond. Cambridge: Cambridge University Press.

Hillerbrand, Rafeala / Ghil, Michael (2008): Anthropogenic Climate Change. Scientific uncertainties and moral dilemmas. In: Physica D 237, 2132–2138.

Lomborg, Bjørn (2001): The Sceptical Environmentalist. Measuring the real state of the world. Cambridge: Cambridge University Press.

Lumer, Christoph (2002): The Greenhouse. A welfare assessment and some morals. Lanham, Md./New York/Oxford: University Press of America.

Martinez Austria, Polioptro / van Hofwegen, Paul (2006) (Hg.): Synthesis of the 4th World Water Forum, Mexico City.

Neuman, Jon / Morgenstern, Oskar (1967): Theory of Games and Economic Behavior. New York: Wiley.

Nordhaus, William (2008): A Question of Balance. Weighing the options on global warming policies. Yale: Yale University Press.

Oreskes, Naomi (2004): Science and Public Policy. What's proof got to do with it?. In: Environmental Science & Policy. Jhg. 7(5), 369–383.

O'Riordan, Timothy / Jordan, Andrew (1995): The Precautionary Principle in Contemporary Environmental Politics. In: Environmental Values. Jhg. 4(3), 191–212.

Ord, Toby / Hillerbrand, Rafeala / Sandberg, Anders (2009): Probing the Improbable. Methodological challenges for risks with low probabilities and high stakes. In: The Journal of Risk Research, forthcoming.

Peterson, Martin (2006): The Precautionary Principle is Incoherent. In: Risk Analysis. Jhg. 26(3), 595–601.

Pielke, Roger A. Jr. (2004): When Scientists Politicize Science. Making sense of controversy over the sceptical environmentalist. In: Environmental Science & Policy. Jhg. 7, 405–417.

Raffensberger, Carolyn / Tickner, Joel A. (1999): Introduction: to Foresee and Forestall. In: Raffensberger / Tickner (Hg.): Protecting Public Health and the Environment: Implementing the Precautionary Principle. Washington: Island Press, 1–11.

Sandin, Per / Peterson, Martin / Hansson, Sven Ove / Ruden, Christina / Juthe, Andre (2002): Five Charges Against the Precautionary Principle. In: Journal of Risk Research Jhg. 5, 287–299.

Shafer, Glenn (1990): Perspectives on the Theory and Practice of Belief Functions. In: International Journal of Approximate Reasoning. Jhg. 41, 323–362.

Solomon, Susan / Qin, Dahe / Manning, Martin / Chen, Zhenlin. / Marquis, Melinda / Averyt, Kristen / Tignor, Melinda / Miller, LeRoy (2007) (Hg.): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of WG I to the 4th Assessment Report of the IPCC. Cambridge/New York: Cambridge University Press.

Stern, Nicholas (2007): The Economics of Climate Change. In: The Stern Review. Cambridge: Cambridge University Press.

United Nations Framework Convention on Climate Change (1998): Kyoto Protocol to the United Nations Framework on Climate Change. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convkp.pdf>.

United Nations Environment Program (1992): Rio Declaration on Environment and Development. <http://unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=78&ArticleID=1163>

Weitzman, Martin L. (2009): On Modeling and Interpreting the Economics of Catastrophic Climate Change. In: Review of Economics and Statistics. Jhg. 1(1), 1–19.

Wingspread Statement (1998): The precautionary principle. 586. <http://www.psrast.org/precaut.htm>. Zugriff am 19. Februar 1998.

Wittgenstein, Ludwig (2001): Philosophical Investigations. Oxford: Blackwell Publishers.

Eingereicht am: 8. Mai 2009

Überarbeitete Version akzeptiert am: 23. August 2009



Kontakt Daten: Prof. Dr. Dr. Rafeala Hillerbrand ist Forschungsgruppenleiterin des Forschungsprogrammes 'Ethics for Energy Technology' am Human & Technology Center der RWTH Aachen.

Email: rafaela.hillerbrand@rwth-aachen.de



Lieber Leser, Ihre Meinung interessiert uns!

Wir sind stets bemüht, das Journal für Generationengerechtigkeit (JfGG) nach Ihren Wünschen zu verbessern. Senden Sie uns Ihre Vorschläge an die:

Benachrichtigen Sie uns, wenn Sie jemanden kennen, dem wir ein Probeexemplar des JfGG zuschicken können.

Stiftung für die Rechte zukünftiger Generationen
Postfach 5115
D-61422 Oberursel
Telefon: 06161-982 367
Fax: 06171-952 566
E-Mail: kontakt@srzg.de